

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E ATIVIDADES PRÁTICAS DE LABORATÓRIO: UMA ARTICULAÇÃO POSSÍVEL

PROBLEM SOLVING AND LABORATORY PRACTICAL ACTIVITIES: A POSSIBLE ARTICULATION

Flávia Maria Teixeira dos Santos¹

Mara Elisângela Jappe Góí²

¹UFRGS/Departamento de Ensino e Currículo / Faculdade de Educação, e-mail flavia.santos@ufrgs.br

²ULBRA/Unidade de Ensino Cristo Redentor, e-mail GOI59@aol.com

Resumo

O presente estudo é uma pesquisa qualitativa de acompanhamento e análise de uma experiência de utilização de atividades experimentais em laboratório de química a partir da metodologia da resolução de problemas. Este estudo desenvolvido 1ª série do Ensino Médio envolveu 170 alunos em três escolas da grande Porto Alegre – RS e centrou-se no conteúdo ácido-base. Os resultados indicam que a articulação do trabalho experimental à resolução de problemas semi-abertos pode ser muito produtiva para a aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes pelos estudantes.

Palavras-chave: atividades experimentais, resolução de problemas, ensino e aprendizagem de química

Abstract

The present study is a qualitative research which followed up and analyzed the utilization of experimental activities in a Chemistry laboratory with the problem-solving methodology. This study was developed in a first grade group of 170 high school students in three schools in Porto Alegre – RS, and focused on the acid-base subject. The results have indicated that the articulation of experimental work with semi-open problem solving might be very productive for students to learn concepts, procedures and attitudes.

Key words: experimental activities, problem solving, Chemistry teaching and learning

LABORATÓRIO EXPERIMENTAL E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO QUÍMICO

Nesta investigação didática procuramos articular duas estratégias já bastante conhecidas e utilizadas no ensino de ciências: a resolução de problemas e as atividades práticas de laboratório. Cada uma das estratégias constitui campo de investigação praticamente autônomo da pesquisa em ensino de ciências e encerra problemas e polêmicas conhecidos na área (Gil Perez et al., 1999; Góí e Santos, 2004), que resumimos a seguir.

Por um lado são discutidas na literatura as enormes insuficiências da realização de trabalhos práticos, geralmente utilizados como atividades de ilustração dos conhecimentos teóricos apresentados em classe; estruturados como “receitas” que reduzem a participação dos estudantes à mera manipulação de fenômenos e que proporcionam uma imagem deformada do trabalho científico (Zuliani e Ângelo, 2001, Gil Perez, 1983; Gil Perez e Payá, 1988, Gil Perez e González, 1993; González, 1992). Privilegiam-se as observações e experimentações “livres” que desconsideram o papel essencial da construção de hipóteses e de um corpo coerente de conhecimentos (Gil Pérez, 1996). As atividades experimentais nem sempre são adequadas às habilidades mínimas dos estudantes que não têm idéias claras sobre o que estão fazendo no laboratório e não conseguem relacionar os conceitos mencionados pelo professor aos fenômenos observados nas atividades (Insausti, 1997). Os professores estão despreparados para a utilização de experimentos e faltam condições materiais para a execução desse trabalho na maioria das escolas (Campos e Silva, 1999).

Por outro lado, as dificuldades do processo de introdução dos estudantes na resolução de situações problemáticas tem sido objeto de análise exaustiva (Gil Perez et al., 1988). A despeito das diferentes teorias psicológicas que orientam a investigação sobre resolução de problemas (Gangoso, 1999) e da proposição de estratégias para facilitar essa atividade (Costa e Moreira, 1997b); a maior dificuldade neste campo parece ser *ensinar a resolver problemas*, ou seja, a enfrentar situações desconhecidas frente as quais o estudante se sente inicialmente perdido e para as quais os professores explicam soluções, que eles conhecem e que não geram dúvidas nem exigem tentativas dos alunos. Dentre os fatores que influenciam a resolução de problemas na sala de aula a literatura destaca as dificuldades de interpretar os problemas; de utilizar conceitos-chave e articular estratégias de resolução; a capacidade de organização do conhecimento necessário para a efetiva realização da tarefa; uma tendência à aplicação de fórmulas e não de estratégias que impliquem na reflexão sobre os procedimentos de ação baseados no conhecimento conceitual que permitam o envolvimento do aluno; e a pouca aptidão para ver o problema de uma forma mais holística (Costa e Moreira, 1997a).

Os resultados de nossa investigação assim como outros trabalhos relatados (Gil Perez et al., 1988, 1999) apontam que a articulação das estratégias de atividades de laboratório e resolução de problemas pode ser muito frutífera para a aprendizagem dos estudantes e para o desenvolvimento da pesquisa em Educação em Ciências, ajudando a superar algumas das deficiências identificadas quando da utilização de cada uma das estratégias isoladamente.

Um dos pressupostos de nosso trabalho é que o aluno tem o papel de investigador¹ que executa uma pesquisa dirigida. Estruturados em equipes cooperativas os estudantes tratam situações problemáticas de interesse, interagindo com os membros de seu grupo, com outras equipes (nas atividades de plenária de apresentação das soluções propostas aos problemas) e com as comunidades científicas, representadas pelo professor e pelo livro texto (Gil Perez et al., 1999,

¹É importante estabelecer uma diferenciação entre o trabalho que realizamos e a proposta de “aprendizagem por descoberta”, pois não concebemos os alunos como investigadores autônomos trabalhando na fronteira do conhecimento científico. Esta abordagem apresenta graves limitações como revelaram as experiências relatadas na literatura e está hoje desacreditada (Gil Perez et al., 1993).

p. 313). Compreendemos que a resolução de problemas pode basear-se na apresentação de situações abertas, semi-abertas ou fechadas² e sugestivas que exijam dos estudantes uma atitude ativa e um esforço para buscar respostas próprias. O ensino baseado na solução de problemas pressupõe promover nos alunos o domínio de procedimentos, assim como a utilização dos conhecimentos disponíveis para dar solução a situações variáveis (Pozo, 1998, p. 9).

Em diferentes momentos da vida moderna nos deparamos com situações-problema impostas pela sociedade tecnológica, cabe à escola desenvolver nos estudantes a capacidade de mobilizar o conhecimento para a resolução de muitas dessas situações. A resolução de problemas é um processo que os alunos devem experimentar de maneira extensiva, pois desenvolve competências cognitivas como a capacidade de formular, identificar, converter e resolver problemas e oportuniza uma boa formação científica gerando processos como a formulação de hipóteses e o controle de variáveis (Lopes, 1994, p. 40).

Quando essa metodologia é associada às atividades práticas de laboratório pode servir como um instrumento que favoreça questões fundamentais para a construção e o entendimento de conceitos e que proporcione uma visão correta do trabalho científico aos estudantes (González, 1992). As atividades de laboratório, para serem frutíferas, devem estar estruturadas a partir de objetivos bem definidos, oportunizando direção e sentido ao estudo que está sendo realizado. Assim, os alunos podem construir hipóteses, analisar dados, observar criticamente os problemas de interesse e implicações da própria Ciência. A experimentação tem um papel relevante na aprendizagem escolar de ciências e o laboratório parece ser fundamental no ensino por apresentar a Ciência em seu contexto (Alonso et al., 1992; González, 1992; Sanches et al., 1992; Gil Perez, 1993; Hodson, 1994; Watson et al., 1995; Gil Perez e Valdés, 1996; Ritchie e Rigano, 1996; Barbará e Valdez, 1996).

Almejando um ensino de Química mais contextualizado que valorize o uso de atividades práticas para a reflexão e o debate do que é fazer Ciência, propomos um trabalho que incorpora problemas de natureza global ou contextual ao currículo de química (Gabel e Bunce, 1984), no qual os estudantes devem buscar aspectos teóricos e experimentais para resolver os problemas.

DESCRIÇÃO DO ESTUDO

Desenhamos um estudo experimental que foi aplicado num período de 8 meses em 2003, a um grupo de 170 alunos e alunas, organizados em cinco turmas da primeira série do ensino médio, de 03 escolas da grande Porto Alegre – RS (nomeadas por A, B e C). As aulas foram observadas e filmadas, os dados coletados incluem um pré e um pós-diagnóstico aplicados aos estudantes e entrevistas realizadas com professores e alunos. Nesse trabalho foram envolvidos duas professoras (uma delas a pesquisadora) e um professor. O conteúdo escolhido para o tratamento por atividades práticas com problemas semi-abertos foi o conteúdo de ácido-base. Esta opção relacionou-se com o andamento do conteúdo programático nos meses de aplicação das atividades e à constatação de que nos livros didáticos não há sugestão de práticas experimentais a serem desenvolvidas através da resolução de problemas para este conteúdo (Gói e Santos, 2004). As atividades práticas encontradas nos manuais escolares para o tema ácido-base propõem a utilização de indicadores em diferentes substâncias (observação das cores);

²A solução de problemas fechados se reduz à reprodução de algoritmos, a partir das informações do enunciado do problema. O estudante dispõe de toda a informação necessária para resolver o problema bastando aplicar os recursos da lógica. Nos problemas abertos, por outro lado, o aluno necessita ir além da informação recebida, utilizando-a de maneira distinta e modificando os significados atribuídos aos elementos do problema. Os recursos lógicos são insuficientes e é preciso criatividade. Os problemas abertos se aproximam ao que ocorre na vida real. Neste estudo optamos por situações semi-abertas, questões intermediárias entre os problemas acadêmicos típicos, de lápis e papel, e os problemas abertos, qualitativos e contextuais.

descrevem a preparação de indicadores naturais e da escala padrão de pH desses indicadores; o teste de condutibilidade elétrica dos compostos e reações de neutralização.

Para a realização das atividades desenhamos uma seqüência organizativa que foi implementada no trabalho (ver Quadro 1), essa seqüência é comparável àquela apresentada por Zuliani e Ângelo (2001). Os estudantes foram incentivados a trabalhar em pequenos grupos por consideramos que ao participarem em práticas sociais podem construir conhecimento científico colaborativamente (Hogan et al., 2000, p. 424). Engajar os estudantes num diálogo produtivo favorece a construção de conhecimento, pois possibilita importantes elementos que sustentam essa construção: a capacidade de articular e clarificar o que o grupo não sabe, de apresentar idéias provocativas de forma articulada; ser capaz de compreender as questões para clarificá-las; interpretar e construir idéias com os membros do grupo e aceitar as idéias dos outros. Todos esse elementos estão presentes nas discussões nos grupos assim como nas plenárias com toda a turma.

1. Organização conceitual e motivação para a atividade: o professor de Química da 1ª série do Ensino Médio faz um breve comentário a respeito do conteúdo ácido-base;
2. Aplicação do pré-diagnóstico
3. Organização do trabalho, proposição dos problemas e estruturação da atividade prática: organização da turma em grupos de trabalho e proposição de um problema a ser solucionado pelos grupos. Os estudantes têm um tempo para levantar hipóteses, planejar possíveis soluções e experimentos que comprovem as suas hipóteses;
4. Execução da atividade prática: realização da prática em laboratório para verificar se as atividades propostas são suficientes para a resolução do problema em questão.
5. Socialização das estratégias elaboradas: ao final da atividade prática o grupo faz uma exposição relatando as estratégias adotadas para a resolução do problema, os erros ocorridos e os resultados obtidos.
6. Análise e comparação das diferentes soluções propostas: Após os relatos o professor promove um debate coletivo sobre as diferentes estratégias propostas e os resultados obtidos.
7. Aplicação do pós-diagnóstico

Quadro 1: Seqüência organizativa do trabalho

Os problemas (Número 1- Pr.NI, Número 2- Pr. NII e Número 3- Pr. NIII) foram trabalhados nessa seqüência didática. Assim, após os professores discutirem com os estudantes sobre o interesse da situação abordada, o que permite uma aproximação funcional ao conteúdo que será apresentado e proporciona uma concepção preliminar da tarefa (que ajuda a formar as primeiras idéias motivadoras para o tratamento de uma situação), passa-se à organização os grupos de trabalho, que lêem e analisam o problema, levantam hipóteses, planejam possíveis soluções e experimentos que comprovem suas hipóteses, baseadas nos referencias bibliográficos e informações disponibilizadas pelos professores. Num quarto momento da seqüência organizativa os estudantes realizam a atividade prática em laboratório para verificar se as alternativas de solução propostas são suficientes para a resolução do problema. A seguir as estratégias são socializadas com a turma; os grupos fazem uma exposição relatando as estratégias adotadas, os erros ocorridos e os resultados obtidos na resolução do problema. Finalmente, após os relatos, os professores promovem um debate coletivo sobre as diferentes estratégias propostas e os resultados obtidos analisando, comparando e compilando as diferentes soluções.

Os problemas foram elaborados procurando o aprofundamento conceitual e procedimental do tema. O Pr.NI visa incentivar o estudante na identificação de substância ácidas e básicas.

“Diariamente nos deparamos com diversas substâncias. Você é capaz de citar substâncias com as quais lida em seu dia-a-dia?”

Há substâncias muito comuns usadas em laboratório e no mundo cotidiano. Precisamos saber como reconhecê-las, quais são suas características e por que elas são substâncias químicas tão importantes. A conservação das concentrações destas substâncias dentro de certos limites em células de plantas e de animais é necessária para a sobrevivência dos organismos vivos. Quase todos os produtos de consumo que nos rodeiam fizeram uso destas substâncias no decorrer de sua fabricação. Como exemplos podemos citar: a aspirina que contém o ácido acetilsalicílico ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)\text{COOH}$), o gel para barbear que contém ácido palmítico ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$), ácido acético (CH_3COOH), a máscara com argila para limpeza de pele oleosa, que contém hidróxido de cromo II ($\text{Cr}(\text{OH})_2$) e ácido cítrico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$), os condicionadores e shampoos, que contém além do ácido cítrico o hidróxido de sódio (NaOH), o complexo de limpeza de pele, que contém ácido fosfórico (H_3PO_4), etc. Diante desse conjunto de substâncias, como você procederia para identificá-las dentro do quadro apresentado pelo professor de funções inorgânicas, experimentalmente?

O Pr.NII propõe o aprofundando os conceitos de ácido e base, segundo as teorias científicas de Arrhenius e Brønsted-Lowry.

Algumas das experimentações realizadas no problema I geram novos problemas. Por exemplo, por que a amônia (NH_3), espécie que não possui hidroxila (OH^-), comporta-se como uma base? Por que quando sentimos dor de estômago ou azia tomamos bicarbonato de sódio, ou um outro antiácido qualquer? Você possivelmente terá dificuldade em responder a essa questão utilizando apenas os conhecimentos tratados até aqui, sugerimos que procure aprofundar seus conhecimentos teóricos antes de tentar resolver o problema.

O Pr.NIII propõe o trabalho com reações de neutralização.

Muitas pessoas têm como problemas de saúde gastrite. Seus sintomas são diversos, os mais comuns são as constantes azias. Sabe-se que algumas pessoas tomam certos medicamentos para amenizar tal sintoma. Quais são estes medicamentos? Qual a sua função Química? Como você explica o fato de ingerir o medicamento e amenizar a azia? Como você comprovaria experimentalmente?

Os dados utilizados neste trabalho incluem as filmagens das aulas que foram observadas pela pesquisadora e aquelas de implementação da estratégia didática; os resultados do pré e pós-diagnósticos aplicados aos estudantes e as transcrições das entrevistas realizadas com professores e alunos. Esses dados receberam um tratamento qualitativo por meio da construção de mapas de eventos das aulas (Castanheira et al. 2001) que permitiram a identificação de episódios cruciais e a seleção de exemplares discursivos importantes para a compreensão do processo vivenciado pelos estudantes durante a implementação da estratégia didática. Por outro lado, os pré e pós-diagnósticos, instrumentos do tipo Likert, foram analisados estatisticamente utilizando o programa SPSS.

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

O processo de pesquisa evidenciou que a utilização de atividades de laboratório era esporádica nas escolas A e B e mais freqüente na escola C. Esse aspecto dificultou o uso de alguns equipamentos e a manipulação de reagentes e vidrarias, além de influir nas estratégias elaboradas. A seguir apresentaremos a natureza das estratégias elaboradas pelos estudantes para cada um dos problemas e, com o objetivo de facilitar a organização desse texto, cada problema será tratado separadamente por meio da análise comparativa das três escolas.

Pr.NI A análise dos dados do Pr.NI parece indicar uma uniformidade nas estratégias adotadas pelos grupos, todos que resolveram a situação utilizaram indicadores. Essa repetição foi

decorrência das trocas entre os grupos, ou seja, quando um grupo testava alguma estratégia e comemorava o resultado obtido, os demais grupos adotavam essa mesma estratégia, com a intenção de solucionar de forma adequada o problema. No quadro abaixo são organizadas as estratégias utilizadas na solução Pr.NI.

Grupo/Constituição	Escola	Natureza da estratégia elaborada para o problema I
1. And, Cle, Mau, Mi, Ra e Ti.	A	<i>Caracterizou a função química da substância amônia, mas não revelou os passos para chegar a esse resultado.</i>
2. Bru,Chris,Jea,Mat,Ma, Pri, Ta. 7. Al, Ca, Mar, PriG. Roche 8.Gui	A	<i>Usou os indicadores: alaranjado de metila e fenolftaleína.</i>
3. Pry	A	<i>Usou o indicador alaranjado de metila.</i>
4. Mari Gis, Pat, Ni, Lili.	A	<i>Usou papel indicador universal.</i>
5. Wil, Ren, Vini, Vi, Gus, Lu. 10. Wellin,Fer, Tho.	A B	<i>Utilizou o papel tornassol e fenolftaleína.</i>
6. Ila Mai, Pa.	A	<i>Não descreveu a estratégia usada.</i>
9. Jul Marjo, Luc.	A	<i>Realizou um experimento com giz, ácido clorídrico e vinagre. Mediram o pH da reação com papel universal.</i>
11 Lu,Regi flá, Deri	B	<i>Usou o indicador repolho roxo</i>
12.Cas, Dir, Ed, Leidi, Lidi, Rafa, Ro, Taia	B	<i>Utilizou os indicadores: fenolftaleína, repolho roxo.</i>
13. Bru, Brun, Moi	C	<i>Utilizou o indicador fenolftaleína.</i>

Tabela 1: Estratégias usadas pelos grupos para resolver o Pr.NI

A análise do vídeo revelou a insegurança de alguns grupos quando, por exemplo, apesar de ter organizado estratégias metodológicas apropriadas não tinham certeza da adequação da solução e passavam a ler várias vezes o mesmo problema ou as estratégias elaboradas. Um grupo da escola A pareceu não estar seguro da proposta, os alunos aparentemente organizaram as estratégias com antecedência porém nem todos os componentes desse grupo sabiam explicar o tipo de estratégia usada. Também foram identificadas situações de desorganização em que o grupo não conseguiu organizar as estratégias com antecedência, o que acarretou dificuldades para solucionar a situação. Em outro episódio ficou evidente que o grupo fez um experimento retirado do livro didático (reação de giz com vinagre), mas quando questionados tiveram dificuldades em expressar o motivo da escolha dessa estratégia e não conseguiram explicar sua adequação ao Pr.NI. Isso parece indicar que simplesmente coletaram uma atividade sem se preocupar se a mesma era condizente com a resolução do problema.

Na Escola B alguns grupos demonstraram dificuldades de atenção, comprometimento e falta de hábito de fazer discussões pertinentes ao trabalho, etc. Testavam as substâncias e observavam sem muitas expectativas os resultados obtidos. Percebendo a desorganização desse grupo, a professora fez uma demonstração usando o indicador fenolftaleína, que serviu para articular melhor a situação. Em alguns momentos, fizeram experimentações livres sem se preocuparem com a prática, parece que estavam curiosos na manipulação dos materiais já que não estavam acostumados com o laboratório. Esses comportamentos também foram observados na escola C.

Os dados indicam que vários grupos das três escolas demonstraram sucesso e maturidade para solucionar o Pr.NI. Alguns conseguiram de forma muito organizada realizar o experimento, dialogar entre si e criar conclusões pertinentes à prática desenvolvida. Conseguiram organizar-se e engajar-se na atividade, manipularam os equipamentos e substâncias com bastante destreza; debateram questões referentes às práticas com colegas, o professor e

pesquisadora sem dificuldades, etc. Trouxeram as estratégias elaboradas, por isso o trabalho prático foi produtivo e conseguiram solucionar eventuais dúvidas que apareceram durante o experimento, essas dúvidas foram sanadas no próprio grupo, através de discussões ou com a ajuda da pesquisadora.

Pr.NII Quanto à resolução do Pr.NII observamos que apenas um dos grupos conseguiu organizar uma estratégia experimental para solucioná-lo, sendo que os outros realizaram pesquisas teóricas ou não encontraram uma solução prática para a situação. Os tipos de estratégias adotadas pelos grupos para solucionar esse problema estão organizados na Tabela 2:

Grupo	Escola	Natureza da estratégia elaborada para o problema II
1. And, Cle, Mau, Mi, Ra e Ti.	A	Explicou a prática através da condução de eletricidade dos ácidos.
2. Bru, Chris, Jea, Mat. Ma, Pri, Ta.	A	Explicou teoricamente a reação de neutralização do ácido clorídrico com um antiácido.
3. Pry	A	Explicou a reação do mármore com algumas substâncias como: ácido clorídrico, ácido sulfúrico e leite de magnésia.
4. Mari Gis, Pat, Ni, Lili. 6. Ila Mai, Pa. 7. Al, Ca, Mar, PriG. Roche 11 Lu, Regi flá, Deri	A B	Não relatou as estratégias
5. Wil, Ren, Vini, Vi, Gus, Lu. 10. Wellin, Fer, Tho. 13. Bru, Brun, Moi	A B C	Explicou as teorias de Arrhenius e Brønsted-Lowry.
8. Gui	A	Explicou teoricamente a reação de neutralização
9. Jul Marjo, Luc.	A	Explicou a basicidade da amônia pela teoria de Brønsted-Lowry.
12. Cas, Dir, Ed, Leidi, Lidi, Rafa, Ro, Taia	B	Breve explicação de a amônia receber prótons da água, sem aprofundamento teórico.

Tabela 2: Estratégias usadas pelos grupos para resolver o Pr.NII

Um único grupo das três escolas conseguiu solucionar o problema de forma parcial. Este desenvolveu uma estratégia para amenizar a azia estomacal que consiste em dissolver o Eno em água e gotejar sobre este o ácido clorídrico (reação de neutralização). O grupo não mediu o pH do sistema e não comentou sobre as teorias científicas, além disso, a estratégia não foi registrada em relatório e não faz parte dos dados da Tabela 2. Os dados indicam que os grupos não se preocuparam em pesquisar o porquê da amônia ter características básicas e não ácidas. Na Escola B, a maioria dos grupos pareceu não ter pesquisado e não chegou à resolução prática da situação. Apenas o grupo 10 realizou uma pesquisa teórica aprofundada e comentou sobre as teorias de Brønsted-Lowry, prontificando-se a explicar para os colegas as informações obtidas. Na Escola C, apenas um aluno conseguiu explicar de forma clara sua pesquisa bibliográfica, sendo que os demais apenas ouviram a exposição dos colegas e da professora. Os dados indicam que, nas três realidades, os estudantes não têm o hábito de fazer pesquisa bibliográfica. Em muitos momentos, os estudantes demonstraram resistência em procurar materiais que auxiliassem seu trabalho e preferiam perguntar ao professor e à pesquisadora. Os estudantes demonstraram uma certa resistência na busca de materiais para solucionar o Pr.NII.

Pr.NIII Na resolução do Pr.NIII podemos observar que os estudantes também usaram estratégias muito parecidas e as interações realizadas entre os membros do grupo foram bastante positivas. Vejamos a tabela abaixo onde organizamos os tipos de estratégias adotadas.

Grupo	Escola	Natureza da estratégia elaborada para solucionar o problema III
1. And, Cle, Mau, Mi, Ra e Ti.	A	Utilizou a reação de neutralização do hidróxido de amônio com ácido clorídrico.

2. Bru, Chris, Jea, Mat. Ma, Pri, Ta. 5. Wil, Ren, Vini, Vi, Gus, Lu. 8. Gui 13. Bru, Brun, Moi	A C	Utilizou a reação de neutralização do leite de magnésia com ácido clorídrico.
3. Pry	A	Usou a estratégia de neutralização de ácido com base.
4. Mari Gis, Pat, Ni, Lili.	A	Não explicou a estratégia adotada.
6. Ila Mai, Pa.	A	Usou a reação de neutralização do hidróxido de magnésio com ácido clorídrico.
7. Al, Ca, Mar, PriG. Roche	A	Utilizou a neutralização, usando como bases: leite de magnésia e bicarbonato de sódio e, como ácido o vinagre.
9. Jul Marjo, Luc.	A	Utilizou a reação de neutralização do bicarbonato de sódio com HCl.
10. Wellin, Fer, Tho.	B	Usou a reação de neutralização de uma base (Sanrisal) com o ácido clorídrico.
11 Lu, Regi flá, Deri	B	Utilizou a reação de neutralização de leite de magnésia com ácido sulfúrico
12. Cas, Dir, Ed, Leidi, Lidi, Rafa, Ro, Taia	B	Usou a reação de neutralização do medicamento ENO com ácido clorídrico e a neutralização do leite de magnésia com ácido clorídrico. Usou para medir o pH o papel universal.

Tabela 3: Estratégias usadas pelos grupos para resolver o Pr.NIII

Alguns grupos demonstraram dificuldades em manusear os equipamentos e vidrarias, como pipeta, bureta e suporte. Na Escola A, um dos grupos manipulou as substâncias e fez a reação de neutralização, porém não mediu o pH da solução e colocou aleatoriamente quantidades de ácido e base. Nesse momento, a professora questionou o grupo sobre a medição do pH e explicou a escala, o que garantiu um melhor entendimento do grupo. Foi possível perceber em um dos grupos da escola B uma certa desorganização na resolução do problema III, ou seja, não estruturação das estratégias para solucionar a situação. Esse fato levou a professora a comentar sobre a importância de realizar antecipadamente a organização de cada estratégia.

Devido à precária situação de material no laboratório da escola B apenas um dos grupos utilizou a bureta para fazer a reação de neutralização, sendo que os demais realizaram a atividade com conta-gotas; além disso usaram medicamentos, como o bicarbonato de sódio e Sanrisal. Devido a esses medicamentos serem ácidos fracos e funcionarem como antiácidos, os alunos entraram em conflito quando ao adicionar o indicador fenolftaleína a solução não ficou rosa, o que indicaria a basicidade. Então, discutimos sobre essa questão e resolvemos usar a seguinte estratégia para resolver esse problema: medir o pH com o papel universal, onde ao adicionar cada gota de ácido sobre a base poderíamos visualizar o valor do pH. Outros grupos desta escola conseguiram fazer a reação de neutralização sem maiores dificuldades, usando o leite de magnésia e ao adicionar fenolftaleína comprovaram que era uma base devido à cor. A reação de neutralização foi feita em cada grupo usando conta-gotas.

Na Escola C os grupos usaram praticamente essas mesmas estratégias para solucionar o Pr.NIII, apenas um dos quatro grupos utilizou alimentos básicos (suco de cenoura) para tentar amenizar a acidez. Obviamente essa estratégia não foi apropriada para a solução do problema devido à concentração das substâncias contidas no alimento; da superfície de contato obtida (os alunos picaram o alimento ao invés de triturá-lo) e da natureza do sistema que não reproduz eficazmente o meio estomacal. Entretanto, a elaboração serviu para os alunos colocarem os seus conhecimentos cotidianos à prova. A sugestão para o uso do alimento partiu de um aluno cujo pai utiliza cotidianamente essa estratégia. Nessa escola, todos os grupos usaram o pHmetro, o papel indicador e a visualização da cor para comprovar a reação de neutralização. Durante a prática, os estudantes ficaram curiosos e incomodados com o fato do leite de magnésia retornar a cor rosa após a viragem (rosa para incolor), esse fato possibilitou um debate sobre a solubilidade

do leite de magnésia em água e o deslocamento do equilíbrio da reação causado pelo aumento da concentração do reagente.

A resolução dos problemas foi uma atividade bastante prazerosa para grande parte dos alunos. Durante a solução de cada problema os estudantes realizaram debates e discussões sobre os resultados obtidos, como também conversaram sobre a eficácia ou não da estratégia elaborada e testada. Parece-nos que esse tipo de metodologia auxilia o aluno a ser mais autônomo escolhendo diferentes maneiras de resolver a mesma situação.

Outra importante fonte de informação sobre o processo vivenciado nesta pesquisa foram os diagnósticos implementados antes e após a realização das atividades no laboratório de Química. O pré-diagnóstico foi realizado antes do início das atividades com o objetivo de verificar o que os estudantes pensavam sobre a disciplina de Química, as aulas experimentais, a elaboração de relatórios e sobre o seu desempenho nessas atividades. A análise do pré-diagnóstico revelou que os estudantes acreditam que a disciplina de Química exige esforço e para acompanhá-la é necessário raciocínio. Quanto às aulas experimentais, os alunos acreditam que elas podem contribuir para a construção do conhecimento químico e não sentem dificuldades de relacionar a prática à teoria. Os estudantes também parecem concordar que as aulas experimentais estão de acordo com as suas expectativas, elas estimulam as soluções dos problemas propostos e facilitam a compreensão dos fenômenos cotidianos. Essas informações são, no entanto, contraditórias já que as aulas experimentais são raras nas escolas investigadas.

Em relação aos relatórios das aulas experimentais parece que os estudantes não têm opinião sobre a sua eficácia, como também não têm opinião formada sobre a necessidade de seguir ou não um roteiro de relatório. Por outro lado, parecem concordar que esse instrumento permite uma melhor re-elaboração dos conhecimentos apreendidos, como também auxilia na compreensão do que foi realizado experimentalmente.

Após a implementação da proposta os estudantes realizaram um pós-diagnóstico. A análise desse material evidenciou resultados importantes relacionados ao trabalho com resolução de problemas e opiniões consistentes dos estudantes. Quanto aos problemas sugeridos, os alunos parecem concordar que necessitaram pesquisas, exigiram raciocínio e a linguagem utilizada foi de difícil compreensão. Além disso, os grupos necessitaram articular diferentes estratégias para resolver os problemas e estas contribuíram para o trabalho, foram eficazes e “quanto maior o número de estratégias adotadas, maiores são as chances de obter sucesso na resolução do problema”. Em relação às aulas experimentais, alegaram que estas facilitaram a resolução do problema e que estavam de acordo com as suas expectativas. Também acreditaram que essas aulas exigiram raciocínio e eram de difícil compreensão, no entanto, os grupos conseguiram adotar experimentos para resolver as situações. Quanto aos relatórios orais e escritos, os estudantes parecem concordar que estes auxiliam na compreensão dos problemas sugeridos. Os estudantes acreditam que a utilização da estratégia contribuiu para a sua aprendizagem e foi significativa para a compreensão das aulas práticas e não sentiram dificuldades em compreender os problemas através dos experimentos apesar da metodologia ser bastante diferente do que estavam habituados a desenvolver.

Os resultados obtidos nos diagnósticos são relevantes e contribuem para fortalecer a fidedignidade das observações realizadas nas aulas e dos registros em vídeo. Na auto-avaliação, os alunos alegam que se inserem nas atividades. Os estudantes parecem ter adquirido autonomia e segurança em relação aos aspectos conceituais dos problemas propostos revelando que estes aprenderam “novos conhecimentos”. As dificuldades na compreensão das práticas reveladas por alguns alunos parecem estar relacionadas “à linguagem utilizada que foi de difícil compreensão”, entretanto ocorreu uma superação conceitual e foram capazes de compreender e explicar as atividades práticas aos colegas, revelando comprometimento com as atividades propostas, o que não foi observado nas aulas tradicionais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A convergência da resolução de problemas e do trabalho experimental re-significou a utilização de uma e outra estratégia em uma investigação dirigida (Gil Perez, et al., 1999), o que permitiu a elaboração de estratégia didática para melhorar a compreensão do conteúdo curricular Ácido e Base. A aprendizagem a partir de problemas revelou-se meio para desenvolver as potencialidades criativas dos estudantes (Silva e Nuñez, 2002), mobilizando conhecimentos e habilidades dos alunos por meio de um trabalho teórico e prático. A articulação entre a teoria e a prática foi favorecida, como vimos neste trabalho, por meio da resolução de problemas visando uma melhor compreensão dos conceitos e dos processos da Ciência. Esta proposta se revelou bastante eficaz na melhoria do uso do laboratório didático, auxiliou na compreensão e estruturação do trabalho experimental e contribuiu para o desenvolvimento de habilidades dos alunos frente a determinadas situações.

No decorrer do processo, os estudantes demonstraram maior engajamento nas atividades de resolução de problemas que aquela habitualmente envolvida no laboratório tradicional (esse marcado por um roteiro rígido). Esse engajamento mostrou que os estudantes tinham objetivos mais definidos, portanto estavam mais inseridos nas atividades. A resolução de problemas tornou-se uma atividade motivadora e permitiu aos alunos desenvolver atitudes, construir a sua própria metodologia na organização de estratégias para resolver os problemas. Os dados revelam que aqueles grupos que não conseguiram se organizar, não criaram ou pesquisaram estratégias, ficaram desorientados e não se inseriram no processo, o que acontece com muita frequência no laboratório tradicional.

Quanto às estratégias adotadas pelos grupos, salientamos que elas não foram tão inovadoras quanto as hipóteses do trabalho apontavam. Os grupos não criaram estratégias “inéditas” para solucionar experimentalmente cada situação, mas coletaram, via pesquisa bibliográfica, estratégias já relatadas no material didático disponível e que, portanto, reproduziram experimentos cientificamente aceitos. Entretanto, podemos argumentar que houve um crescimento na busca de dados bibliográficos para resolver cada situação, o que não observamos nas aulas tradicionais. Parece que o trabalho de resolução de problemas instigou o aluno e motivou-o na investigação de experimentos aceitos pela comunidade científica, mas não foi suficiente para a criação e comprovação das suas próprias hipóteses. Comprovamos que um trabalho baseado em resolução de problemas só terá sucesso se o professor utilizar essa metodologia rotineiramente, pouco adianta propor um problema e esperar a sua resolução se o estudante não desenvolveu esse hábito na rotina escolar (Echeverría e Pozo, 1998, p.16). Então, inferimos que essa falta de hábito em usar essa metodologia de trabalho interferiu diretamente nos resultados desta investigação, pois os estudantes investigados não tinham experiência com essa metodologia. Outro elemento que apareceu durante a resolução dos problemas relaciona-se à inserção dos estudantes no grupo. Através dessa metodologia os estudantes parecem mais atentos às atividades experimentais, como na organização em aula das estratégias para solucionar cada situação, isso evidenciou o quanto o grupo estava comprometido e motivado durante a etapa de resolução dos problemas.

Como evidenciamos na seqüência organizativa de realização das atividades, esta incluiu debates orais após cada resolução e nessa etapa do trabalho, presenciamos o quanto a abordagem contribuiu para o aprimoramento da argumentação oral dos estudantes. Alguns alunos que, durante as observações das aulas, nunca participaram demonstram maior autonomia para expor aos demais o que pensavam sobre as situações. A exposição oral inseriu grande parte dos alunos no contexto do trabalho, o que durante as observações nunca ou quase nunca foi perceptível. Após a exposição oral em que os estudantes comentaram sobre os conceitos construídos, os erros ou imprevistos ocorridos durante a experimentação, a eficiência de cada estratégia adotada, os estudantes, juntamente com o seu grupo, organizaram um relatório dissertando sobre aspectos

referentes a cada um dos problemas solucionados. Podemos verificar que esses relatórios contribuíram pouco para o trabalho de resolução de problemas. Um dos motivos que os estudantes alegaram estava relacionado às suas dificuldades em se reunirem para realizar o trabalho em parceria. Parece que apenas um dos componentes de cada grupo realizou o relatório e isso dificultou a realização de uma análise aprofundada sobre as características desse material neste trabalho.

REFERÊNCIAS

ALONSO, M; GIL PEREZ, Daniel; MARTINEZ TORREGOSA, Joaquín. Los examenes de física y química en la enseñanza por transmission y en la enseñanza por investigación. **Enseñanza de las Ciencias**, v.10, n. 2, p.127-138, 1992.

BARBERÁ, O. VALDÉS, P. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. **Enseñanza de las Ciencias**. v.14, n.3, p.365-379, 1996.

CAMPOS, Reinaldo C. e SILVA, Reinaldo C. Funções da Química Inorgânica. **Química Nova na Escola**, n.9, p.18-24, 1999.

CASTANHEIRA, M. CRAWFORD, T.; DIXON, C.; GREEN, J. Interacional Ethnography: Na Approach to studying the social construction of literate practices. **Linguistic and Education Quarterly**, 11, p.353-400, 2001

COSTA, Sayonara S.C. e MOREIRA, Marco A. Resolução de Problemas III: fatores que influenciam a resolução de problemas na sala de aula. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.2, n.2, p. 65-104, 1997^a.

COSTA, Sayonara S.C. e MOREIRA, Marco A. Resolução de Problemas IV: estratégias para resolução de problemas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.3, n.3, p. 153-184, 1997^b.

ECHEVERRÍA, Maria Del Puy Pérez; POZO Juan Ignacio. Aprender a Resolver Problemas e Resolver Problemas para aprender. In: POZO, J. I.(org). A Solução de Problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed, 1998.

GABEL, Doroth and BUNCE, Diane. Reserach on problem solving: chemistry. Handbook of Research in Science Teaching and Learning. Macmillan Publishing Company, 1984

GANGOSO, Zulma. Investigaciones en Resolución de Problemas en Ciencias. Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias. Universidad de Burgos, España; Univerisdade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. **Texto de Apoyo n. 3**, p. 83-132, 1999.

GIL PEREZ, Daniel. Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v.1, n.1, p.26-33, 1983.

GIL PEREZ, Daniel. Contribución de la historia y filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las Ciencias**, v.9, n.1, p.69-77, 1993.

GIL PEREZ, Daniel. New trends in science education. **International Journal of Science Education**, v.18, n.8, p.889-901, 1996.

GIL-PEREZ, Daniel e GONZÁLEZ, Eduardo Las praticas de laboratorio en fisica en la formación del profesorado (1) Un analisis critico. **Revista de Enseñanza de la Física**, v.6, n.1, p. 47-61, 1993.

GIL-PEREZ, Daniel e PAYÁ, Jose I.T. Los trabajos praticos de fisica y quimica y la metodologia científica. **Revista de Enseñanza de la Física**, v.2, n.2, p. 73-79, 1988.

GIL PEREZ, Daniel; TORREGROSA, Joaquin M.; SENENT, S. Pérez. El fracaso en la resolución de problemas en física: una investigación orientada por nuevos supuestos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 131-146, 1988.

GIL PEREZ, Daniel; VALDEZ, P. Castro. La orientación de las prácticas de laboratorio con investigación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las Ciencias**, v.14, n.2, p.155-63, 1996.

GIL PEREZ, Daniel; FURIÓ, Carles M.; VALDÉS, Pablo; SALINAS, Júlia, TORREGROSA, Joaquín M.; GUIASOLA, Jenaro; GONZÁLEZ, Eduardo; DUMAS-CARRÉ, André; GOFFARD, Monique; CARVALHO, Anna Maria P. Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 2, p. 311-320, 1999.

GÓI, Mara E.J. e SANTOS, Flávia M.T. A construção do conhecimento químico por estratégias de resolução de problemas. In: IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2003, Bauru. **Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Porto Alegre: UFRGS, p.1-12, 2004.

GONZÁLEZ, Eduardo M. Qué hay que renovar en los trabajos prácticos? **Enseñanza de las Ciencias**, v.10, n.2, p. 206-211, 1992.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, v.12, n.3. p.299-313, 1994.

HOGAN, Kathleen; NASTASI, Bonnie K. e PRESSLEY, Michael. Discourse Patterns and Collaborative Scientific Reasoning in Peer and Teacher-Guided Discussions. **Cognition and Instruction**, v. 17, n. 4, p. 379-432, 2000.

INSAUSTI, M. J. Análisis de los trabajos prácticos de química general en un curso de universidad. **Enseñanza de las Ciencias**, v.15., n.1, p.123-130, 1997.

LOPES, Bernardino J. **Resolução de problemas em física e química: modelo para estratégias de ensino-aprendizagem**. Lisboa: LDA, 1994.

POZO, Juan Ignacio (org). **A Solução de Problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

RITCHIE, S. M., RIGANO, D. L. Laboratory apprenticeship through a student's research project. **Journal of Research in Science Teaching**, v.33, n.7, p. 799-815, 1996.

SANCHES, M.; ALONSO, M.; GIL PEREZ, Daniel ; MARTINEZ, J. Concepciones espontáneas de los profesores de Ciencias sobre la evaluación: obstáculos a superar y propuestas de replanteamiento. **Enseñanza de la Física**, v.5, n. 2, p.18-38, 1992.

SILVA, Sebastião F.; NUÑEZ, Isauro B. O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes- Reflexões teórico-metodológicas. **Química Nova**, v.25, n.6, p.1197-1203, 2002.

WATSON, R.; PRIETO, T. and DILLON, J. S. The effect of practical work on student's understanding of combustion. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 32, n.5, p.487-502, 1995.

ZULIANI, Silvia R.Q.A. e ÂNGELO, Antônio C.D. A utilização de metodologias alternativas: o método investigativo e a aprendizagem de química. In: **Educação em Ciências da pesquisa à prática docente**. Ed. Escrituras: Autores Associados, p. 69-80, 2001.